Bestimmung des Winkels der optischen Axen mittelst der Farbenringe, angewendet auf den diprismatischen Blei-Baryt (Weissbleierz).

Von **Joseph Grailich,**

Zögling des polytechnischen Institutes.

Es ist eine sonderbare und auffallende Thatsache, dass die naturhistorisch und physikalisch gleich wichtige Stellung der Axen der doppelten Strahlenbrechung noch bei so wenigen Körpern ermittelt und selbst da, wo man sie angegeben findet, noch so manchem Zweifel unterworfen ist. Denn obschon in Brewster's Verzeichnisse, das bereits vor 34 Jahren erschien, 49 Axenwinkel aufgezählt sind, welche Zahl sich seitdem ungefähr verdoppelt hat, so sind doch in jener ursprünglichen Aufzählung einzelne Angaben enthalten, die einer Nachprüfung bis zum heutigen Tage vergeblich harren. Die Nothwendigkeit einer solchen tritt aber um so mehr hervor, als spätere Messungen den bereits in der ursprünglichen Tabelle enthaltenen Umstand, dass gewisse Körper bei sonst gleicher naturhistorischer Beschaffenheit verschiedene Axenwinkel zeigen, zu bestätigen und die Beispiele dieses Vorkommens zu mehren scheinen. Die Körper, an denen bis jezt diese sonderbare Anomalie in einer Grösse wahrgenommen wurde, die weit ausserhalb der Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler liegt, sind folgende:

Schwefelsaures Nickeloxydul . NiO, SO_3	3° 0′ Brewster. 42° 4′ Brewster.
Weissbleierz . . . . PbO, CO_2	5° 15′ Brewster. 7° 37′ Haidinger 17° 30′ Beudant.
Anhydrit . . . . CaO, SO_3	28° 7′ Brewster. 40° 37′ Miller. 44° 41′ Biot.

Topas . . , ... $2Al_2O_3$, $2SiO_2$, SiF_2	49°—50′ (brasil.)	Brewster und Biot.
	65° (schottisch.)	Brewster.
	56°—37′	Beudant.
Glimmer	0°	Biot.
	50°	„
	60°	„
	66—70°	„
	74—76°	„
	0—77°	Sénarmont.

Bei manchen dieser Angaben lässt sich zwar allerdings auf den ersten Blick die Verschiedenheit erklären; die grosse Zahl der Silicate, die unter dem Collectivnamen Glimmer begriffen wird, so wie die merklichen Variationen in der Zusammensetzung der verschieden gefärbten Varietäten der Species prismatischer Topase zeigen offenbar, dass jene gemessenen Werthe nicht an identischen Individuen gefunden wurden. Die Dimorphie des schwefelsauren Nickeloxydules, das mit 6 Äquivalenten Wasser eine Pyramide, mit 7 ein Orthotyp zur Grundgestalt hat (siehe Schrötter's Chemie S. 10 und 81), und obendrein selten kobaltfrei dargestellt zu erhalten ist, scheint zusammen mit der Bemerkung Brewster's, die er jener Tabelle vorausschickt, „dass seine Messungen zwar mit grosser Sorgfalt ausgeführt seien, dass aber unter den angegebenen Werthen einige sich befinden, die nur geschätzt wurden, und andere die einer weitern Verbesserung, durch Anwendung von taugIicheren Exemplaren, als es ihm möglich war aufzutreiben, warteten," (On the laws of polarisation and double refraction in crystallised bodies; on the character, the number and the position of the axes, by which the tints are produced. Philosoph. Transact. 1818, I) dies alles zusammen, scheint mir darauf hinzudeuten, dass bei der angegebenen geringen Divergenz der Axen von 3° eine ähnliche Erscheinung stattgefunden habe, wie sie der pyramidale Granat darbietet, wo bei dünnen Plättchen es oft schwer zu unterscheiden ist, ob man einen ein- oder zweiaxigen Krystall vor sich habe und ein Irrthum über die wahre Beschaffenheit der Körper gewiss sehr nahe liegt.

Heben sich auf diese Weise die angeführten Differenzen jener drei Körper, so lässt sich ein ähnliches Raisonnement in keiner Weise auf das Weissbleierz und den Anhydrit ausdehnen, deren chemische

Constitution in der Regel eine constante, deren Krystallgestalt eine einzige festbestimmte ist. Um nun zu erfahren, ob wirklich bei gleicher Zusammensetzung unorganischer, in der Natur vorkommender Körper ein doppeltes oder gar ein dreifaches optisches Verhalten stattfinde, versuchte ich vor Allem an einer, in der schönen Sammlung geschnittener Krystallplatten des Mineralien-Cabinetes des k. k. polytechnischen Institutes befindlichen Weissbleilamelle die fragliche Grösse zu bestimmen; um aber dabei ganz sicher zu gehen, dachte ich über eine Methode nach, welche sich wo möglich selbst controliren und ein schärferes Resultat liefern sollte, als dies bei dem gewöhnlichen Verfahren mit dem Soleil'schen Apparate, der mir zu meiner Messung zu Gebote stand, möglich ist.

Bekanntlich lassen sich die verschiedenen Methoden, den Winkel der optischen Axen zu bestimmen, wesentlich auf zwei zurückführen, indem man nämlich entweder Prismen aus den Krystallen schleift, deren brechende Kanten den Hauptaxen der Elasticität parallel stehen, und aus den drei verschiedenen Brechungs-Coëfficienten nach der Formel $tg\theta = \sqrt{\frac{b^0 - c^2}{a^0 - b^2}}$ den Winkel 2θ berechnet; oder indem man die anguläre Distanz der Focalpunkte der Farbenringe misst und mittelst der für diese Richtungen bestimmten Brechungs-Coëfficienten auf ihren wahren Werth reducirt; den ersten Weg schlug Rudberg für den Arragonit und farblosen Topas ein, und es sind seitdem die optischen Constanten des Anhydrits, Gypses und Barytes auf ähnliche Weise bestimmt worden, des letztern bediente sich Brewster und neuerer Zeit besonders Sénarmont in seinen denkwürdigen Untersuchungen. Ich versuchte hier eine etwas abweichende Methode, die sich jedoch an die zuletzt angegebene anschliesst; statt nämlich die Axen unmittelbar zu bestimmen, versuchte ich sie mittelbar aus den Curven, welche an dem vorliegenden Minerale sehr regelmässig und sehr deutlich begrenzt sind, zu ermitteln, wie etwa auch der Pol am Himmel nicht direct, sondern indirect aus den circumpolaren Gestirnen berechnet wird.

Um diesen Weg einschlagen zu können, war vor Allem die Kenntniss der allgemeinen Gleichung der Curven nöthig, und ich glaubte nach der bekannten Beweisführung Brewster's, die sich an den von Biot erhaltenen Messungsresultaten am Gypse so trefflich bewährte (a. a. O. pag. 239 u. 240, s. Herschel vom Licht S. 371 ff. 490 ff.) und die durch Herschel's Messungen ihre weitere Bestätigung erlangte, es wagen zu dürfen, dieselben als Lemniscaten zu behandeln. Die geringen Abweichungen von dieser Gestalt, welche theils in der Ungleichförmigkeit des Krystall-Mediums, theils in der in der Rechnung gemachten Voraussetzung, dass die Sinusse der gemessenen Winkel-Distanzen genau proportional den Distanzen auf der Krystall-Fläche sind, ihren Grund haben, scheinen auch auf das Endresultat meiner Arbeit ohne merklichen Einfluss geblieben zu sein; wenigstens zeigen die am Schlusse angeführten Grössen eine ganz erträgliche Übereinstimmung.

Da die Cassinischen Curven eine Gleichung des 4. Grades, haben, welche zwei quadratische Constanten enthält, so sind wenigstens vier Punkte in jeder derselben mittelst ihrer Coordinaten zu bestimmen, um die vorkommenden Constanten und somit jede einzelne Curve speciell ausdrücken zu können; die nach allen Richtungen hin herrschende Symmetrie im Baue dieser Linien erleichtert, ja ermöglicht diese Bestimmung.

Bekanntlich haben sie die Grundeigenschaft, dass das Product der Leitstrahlen für alle Punkte constant ist; die Gleichung, welche aus dieser Bedingung abgeleitet wird, ist

$$(y^2+x)^2+(y^2-x^2)\,(\alpha^2-\beta^2)=\alpha^2\beta^2\;.\;\;.\;\;.\;\;1),$$

wo

$$\alpha^2 = m^2\,(1+e^2)$$
$$\beta^2 = m^2\,(1-e^2);$$

indem wir durch m^2 das constante Product, durch e die Excentricität ausdrücken, welche der Quotient ist aus dem Abstande des Brennpunktes vom Ursprunge der Coordinaten in die Wurzel aus jenem Producte, das ist

$$e=\frac{a}{m}\;.\;\;.\;\;.\;\;.\;\;.\;\;.\;\;.\;\;.\;\;2)$$

wenn $2a$ die Distanz der beiden Focalpunkte bezeichnet. Je nachdem nun e kleiner, gleich oder grösser als 1 ist, nimmt die Curve die Gestalt eines elliptischen oder an den Scheiteln eingedrückten Ovales einer Schleife oder eines Paares conjugirter Ringe an, und bei vielen Mineralien kann man schon bei gewöhnlichem Lichte diese sämmtlichen Modificationen concentrisch um die Brennpunkte wahrnehmen; viel deutlicher werden sie noch sichtbar, wenn man homogenes Licht anwendet.

Die Wahl der zu messenden Punkte konnte nicht lange zweifelhaft bleiben; schon das Fadenkreuz, das zur Fixirung dient, wies darauf hin, wo möglich solche Paare von Punkten zu bestimmen, für welche die Tangenten senkrecht auf einander stehen.

Differentiiren wir daher die allgemeine Gleichung (1) so erhalten wir

$$4x^3 + 4xy^2 + 4x^2y^2\frac{dy}{dx} + 4y^3\frac{dy}{dx} + 2y(\alpha^2 - \beta^2)\frac{dy}{dx} - \\ - 2x(\alpha^2 - \beta^2) = 0,$$

hieraus $$\frac{dy}{dx} = \frac{x(\alpha^2-\beta^2) - 2x^3 - 2xy^2}{2x^2y + 2y^3 + y(\alpha^2-\beta^2)} \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

Setzen wir dies gleich Null und Unendlich, so ergeben sich hinlänglich viele Bestimmungsstücke für die Constanten jeder einzelnen Curve.

1) $\frac{dy}{dx} = 0$ gibt die höchsten und tiefsten Punkte. Der Zähler ist aber ein Product, der für

und $$\left.\begin{aligned} x &= 0, \\ x^2 + y^2 &= \tfrac{1}{2}(\alpha^2-\beta^2) \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

diese Bedingung erfüllt. Der erste Fall gibt

$$y^2 = -\tfrac{1}{2}(\alpha^2-\beta^2) \pm \tfrac{1}{2}(\alpha^2+\beta^2)$$

und da

$$\alpha^2 - \beta^2 = 2m^2e^2$$
$$\alpha^2 + \beta^2 = 2m^2$$

so ist

$$y^2 = -m^2(e^2 \pm 1)$$

also y reel nur für $e < 1$; für gegenwärtige Messung aber, wo gerade nur jene Curven betrachtet werden, deren Excentricität die Einheit übersteigt, hat dies Ergebniss keinen Nutzen; wir wenden uns daher zu dem zweiten Falle.

Substituiren wir aus $x^2 + y^2 = \frac{1}{2}(\alpha^2-\beta^2)$ den Werth der Summe in (1)

$$\tfrac{1}{4}(\alpha^2+\beta^2)^2 + (\alpha^2-\beta^2)(\alpha^2-\beta^2) = \alpha^2\beta^2$$

so erhalten wir die Differenz

$$x^2 - y^2 = \frac{\frac{1}{4}(\alpha^2 + \beta^2) - \alpha^2\beta^2}{(\alpha^2 - \beta^2)},$$

welche, mit der Summe combinirt, gibt:

$$y^2 = \frac{(\alpha^2 + \beta^2)^2}{8(\alpha^2 - \beta^2)} = \frac{m^3}{4e^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5),$$

2) $\frac{dy}{dx} = \infty$ gibt die Punkte, für welche die Tangente senkrecht auf der Berührungslinie der eben gefundenen Maxima und Minima steht. Wie nach dem symmetrischen Baue der Curve zu erwarten war, besteht auch der Nenner aus einem ähnlichen Producte; er ist nämlich gleich Null für

$$y = 0$$

und

$$x^2 + y^2 = -\tfrac{1}{2}(\alpha^2 - \beta^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6).$$

Die erste Annahme gibt

$$x^2 = \tfrac{1}{2}[(\alpha^2 - \beta^2) \pm (\alpha^2 + \beta^2)]$$

das ist

$$x^2 = \begin{cases} \alpha^2 = m^2(1 + e^2) \\ -\beta^2 = - m^2(1 - e^2) \end{cases} \quad . \quad . \quad . \quad 7),$$

Da aber β^2 nur für $e > 1$ negativ wird, so haben wir eben bei den von uns benützten Curven für x vier reelle Werthe zu erwarten.

Die zweite Bedingung

$$x^2 + y^2 = -\tfrac{1}{2}(\alpha^2 - \beta^2)$$

mit (1) coëxistirend, liefert die Differenz

$$x^2 - y^2 = \frac{\frac{1}{4}(\alpha^2 - \beta^2) - \alpha^2\beta^2}{\alpha^2 - \beta^2},$$

woraus

$$x^2 = -\tfrac{1}{4}m^2(1 + 4e^2)$$

das für alle Fälle imaginär bleibt.

Die Gleichungen (5) und (7) geben nun die Daten zur Berechnung aller der zu suchenden Grössen, eigentlich noch mehr als dies, indem wir vier Werthe für x und zwei für y erhalten; der Umstand jedoch, dass die Curven bei einer gewissen Dicke der Krystall-Lamellen, wenn ich mich der Sprache Brewster's bedienen will, innerhalb der Pole der resultirenden Axen weit heller und schärfer gezeichnet sich finden, als ausserhalb derselben gegen die polarisirenden Axen hin, macht es nothwendig auf die Messung der verwaschenen Aussenränder zu verzichten und die inneren Wendepunkte so wie die höchsten und tiefsten Punkte allein zu bestimmen. Bei homogen gefärbtem Lichte fällt allerdings zum Theil auch diese Beschränkung weg; da ich aber bisher noch nicht in den Stand gesetzt war, mir solches unmittelbar durch ein stark zerstreuendes Prisma zu verschaffen, reingefärbte Gläser nur sehr schwer zu finden sind, und der Versuch mit einer monochromatischen Lampe aus mehreren Gründen, worunter besonders der rasch zunehmende Einfluss der strahlenden Wärme auf die Axenwinkel zu nennen ist, nicht zu dem erwünschten Resultate führte, so kann ich nur das Ergebniss der bei gewöhnlichem Tageslichte und 17° C. gefundenen Werthe vorlegen.

Die Messung selbst ist einfach und eigentlich nur wenig von der gewöhnlichen Art der Axenbestimmung mittelst des Soleil'schen Apparates, wie solche in Dufrénoy's 'Traité de minéralogie' beschrieben ist, verschieden; die einzigen Abweichungen von diesem Verfahren entspringen aus der Benützung von zwei senkrecht auf einander stehenden Theilkreisen, während die gewöhnlichen Abbildungen dieses Instrumentes nur einen solchen zeigen: ein Umstand, welcher unser Instrument besonders für die von mir eingeschlagene Art der Messung tauglich macht. Die Krystall-Lamelle wird in die Ebene der zwei rechtwinkeligen Umdrehungsaxen der Kreise gebracht, und daselbst so lange gedreht, bis die Scheitel der hyperbolischen schwarzen Büschel in die Brennpunkte der farbigen Linien treten, und die Büschel selbst über und unter der Abscissen-Axe, welche durch einen der Fäden des rechtwinkligen Fadenkreuzes, markirt wird, eine gleiche Lage annehmen.

Bedeutet 2 M_n die Distanz der Scheitel der Ringe a die Abscissenaxe, B_n die Entfernung des höchsten und tiefsten Punktes in denselben, welche Grössen durch die Messung gegeben sind und nach den oben entwickelten Formeln die Werthe

$$M_n = \sqrt{ - \beta^2}$$

(wo β^2 immer negativ, der Wurzelausdruck daher reel ist),

$$B_n = \frac{m}{e}$$

haben, so wird

$$e^2 = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{M_n^2}{B_n^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8),$$

wo, da nach (7) β^2 nur für $e > 1$ negativ wird, das Pluszeichen zu nehmen sein wird.

Hieraus folgt

$$m^2 = B^2 \left(\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{M^2}{B^2}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad 9).$$

und aus (2), (8), (9)

$$a = B\left(\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{M^2}{B^2}}\right), \quad \text{oder}$$

$$a = \frac{B}{2} + \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + M^2} \quad . \quad . \quad . \quad 10),$$

in welcher Gestalt es sich am bequemsten zur Berechnung eignet.

Als Analyseur diente eine Turmalinplatte. Da diese die rothen und violetten Strahlen verschluckt, so wurden die auf diese Art entstandenen dunklen Ringe zur Messung benützt; am schärfsten nach innen und aussen begrenzt war der dritte und vierte Ring, der zweite schon etwas minder deutlich, der fünfte nach innen erträglich, nach aussen neblich und verwaschen; die sechste Curve bereits mit einer Excentricität kleiner als 1. Die also bestimmten Werthe sind nun folgende:

zweites Ringpaar:

$2\,M_2$ = Distanz der concaven Scheitel = 13° 18'1,

$2\,M'_2$ = Distanz der convexen Scheitel = 12° 48',

B_2 = innere Distanz des höchsten und tiefsten Punktes = 3° 7'25,

B'_2 = äussere Distanz der höchsten und tiefsten Punkte = 3° 36';

drittes Ringpaar:

$2\,M_3$ = (wie oben) = 11° 24',

$2\,M'_3$ = (wie oben) = 10° 14',

B_3 = (wie oben) = 4° 40',

B°_3 = (wie oben) = 5° 22;

viertes Ringpaar:

$$2\,M_4 = 8^0\ 46'8,$$
$$2\,M'_4 = 7^0\ 24',$$
$$B_4 = 6^0\ 15',$$
$$B'_4 = 6^0\ 58';$$

fünftes Ringpaar:

$$M_5 = 5^0\ 35',$$
$$B_5 = 7^0\ 35,$$
$$B'_5 = 8^0\ 36'75.$$

Ehe ich noch nach diesen Angaben die Grösse a bestimme, erinnere ich an die bekannte Eigenschaft dieses Curvensystems, dass das constante Product der Leitstrahlen durch zwei Factoren ausgedrückt werden kann, deren einer die halbe Distanz der Brennpunkte, der andere ein Parameter $= p$ ist und dass für jede Farbe p nach der Reihe der natürlichen Zahlen wächst, so, dass wenn p der Parameter des ersten dunklen Ringes ist $2p$, $3p$, $4p \ldots np$. der des zweiten, dritten, vierten.....$n$ten Ringes sein wird. Es ist also

$$m^2 = ap$$

und da nach (2)

$$e = \frac{a}{m}$$

so wird, wenn wir a eliminiren

$$p = \frac{m}{e} \quad \ldots\ldots\ldots (11)$$

das ist $p = B =$ der Distanz der höchsten und tiefsten Punktes.

Untersuchen wir nun die gefundenen Werthe aus diesem Gesichtspunkte und heben wir etwa den dritten Ring als einen der am zuverlässigsten bestimmbaren hervor, so finden wir

$$p_3 = 4^0\ 40' = 4{\cdot}666$$
$$p'_3 = 5^0\ 22' = 5{\cdot}366$$

Dividiren wir dies durch drei, so erhalten wir den Parameter des ersten Ringes; berechnen wir dann hieraus die entsprechenden Werthe für die übrigen Ringe, so ergibt sich folgende Reihe:

$$p' = 1{\cdot}555 = 1^0\ 33'{\cdot}3$$
$$p'_1 = 1{\cdot}789 = 1^0\ 47{\cdot}3$$

$$p_2 = 3 \cdot 110 = 3^0 \;\; 6' \cdot 6$$
$$p'_2 = 3 \cdot 578 = 3^0 \; 34' \cdot 6$$

$$p_3 = 4 \cdot 665 = 4^0 \; 39' \cdot 9$$
$$p'_3 = 5 \cdot 367 = 5^0 \; 21' \cdot 9$$

$$p_4 = 6 \cdot 220 = 6^0 \; 13' \cdot 2$$
$$p'_4 = 7 \cdot 156 = 7^0 \;\; 9' \cdot 2$$

$$p_5 = 7 \cdot 775 = 7^0 \; 46' \cdot 5$$

und die Differenz der Beobachtung und Berechnung betragen

$$p_2 - B_2 = - 0' \cdot 65$$
$$p'_3 - B'_2 = - 1' \cdot 65$$

$$p_3 - B_3 = 0 \cdot 00$$
$$p'_3 - B'_3 = 0 \cdot 00$$

$$p_4 - B_4 = 1' \cdot 8$$
$$p'_4 - B'_4 = 11' \cdot 2$$

hätten wir den vierten Ring als Normalgrösse angenommen, so fände sich

$$p_1 = \frac{B_4}{4} = 1^0 \; 33' \cdot 6$$

$$p'_1 = \frac{B'_4}{4} = 1^0 \; 44' \cdot 4$$

und die entsprechenden Differenzen

$$p_2 - B_2 = - 0' \cdot 05$$
$$p'_2 - B'_2 = - 7' \cdot 2$$

$$p_3 - B_3 = - 0' \cdot 20$$
$$p'_3 - B'_3 = - 9' \cdot 2$$

$$p_4 - B_4 = 0 \cdot 00$$
$$p'_4 - B'_4 = 0 \cdot 00$$

$$p_5 - B_5 = 13' \cdot 00$$

Die Einsicht, welche diese Betrachtung gewährt, ist sehr vortheilhaft zur Beurtheilung der relativen Genauigkeit der aus diesen Curvenelementen zu erwartenden Axengrössen. Es scheint daraus auch hervorzugehen, dass die inneren Ringränder eine schärfere

Bestimmung zuliessen, wenigstens sind die Differenzen zwischen den gemessenen und gerechneten Parametern für die inneren Ränder merklich geringer als für die Aussenränder.

Substituiren wir die Messungsangaben in (10), so erhalten wir die gesuchten Winkel.

Es ist, wenn wir die obige Bezeichnungsweise beibehalten

$$a_2 = 8^0\ 23'\cdot 5$$
$$a'_2 = 8^0\ 27'\cdot 2$$

$$a_3 = 8^0\ 29'\cdot 8$$
$$a'_3 = 8^0\ 27'\cdot 6$$

$$a_4 = 8^0\ 31'\cdot 8$$
$$a'_4 = 8^0\ 33'\cdot 6$$

$$a_5 = 8^0\ 30'\cdot 0$$

und hieraus das Mittel $= 8^0\ 29'$ oder wenn wir, gestützt auf die eben durchgeführte Untersuchung, nur das Mittel aus den drei innern Ringen nehmen

$$a = 8^0\ 28'\cdot 2$$

dies verdoppelt, gibt

$$2a = 16^0\ 56'\cdot 4$$

das ist den scheinbaren Winkel der optischen Axen, der noch mittelst des Brechungsverhältnisses auf seinen wahren Werth zu reduciren ist, welcher sonach

$$A = 8^0\ 6'\cdot 2$$

wird.

Die Methode, deren ich mich hier bedient habe, darf zwar auf Kürze keinen Anspruch machen, indem es dabei wirklich weit mehr Rechnungen gibt als bei dem gewöhnlichen Verfahren, dagegen wird man derselben die Evidenz nicht absprechen, welche daraus entspringt, dass dasselbe Resultat gleichzeitig auf mehreren ähnlichen jedoch unter einander unabhängigen Wegen, deren Sicherheit selbst wieder in der angedeuteten Weise zu prüfen ist, gesucht wird.

Vergleichen wir nun das Ergebniss dieser Messung mit den auf Seite 1 aufgezählten Angaben, so wird man sogleich einen Umstand wahrnehmen, der auch über die Verschiedenheiten in den Winkeln dieses Minerals Aufschluss zu geben scheint. Herr von Haidinger fand

$$7^\circ\ 37'$$

mir ergab sich, reducirt auf das Brechungsverhältniss,

$$8^\circ\ 6'\cdot 2$$

nicht reducirt

$$16^\circ\ 56'\cdot 4$$

und Beudant

$$17^\circ\ 30'$$

Offenbar ist die letztere Angabe ein nicht weiter reducirtes Messungsresultat.

Reducirt man ebenso die Angabe Beudant's für Weissbleierz, so wird diese gleich 8° 22′·4, und differirt von der von mir gegebenen Grösse um 16′·4, so dass die, wie es für den ersten Augenblick schien, überraschende Verschiedenheit der von Haidinger und von dem französischen Mineralogen gegebenen Axendivergenz auf 45′·4 zusammenschrumpft.

Versucht man dieselbe Ansicht auf die Angaben für den Anhydrit anzuwenden, so nähert sich der Winkel, den Brewster angibt, bis 22′ dem Biot'schen. Es bleibt dann freilich noch immer eine ziemliche Differenz zwischen diesem und dem von Miller gefundenen; da aber die Methoden, welche von den genannten Gelehrten angewendet wurden, so verschieden sind, so ist eine Vergleichung ihrer Angaben weniger möglich als dies bei den übrigen der Fall ist. Hat ja auch Rudberg für den Arragonit ($H = 20^\circ\ 25'\ 6''$, $B = 19^\circ\ 44'\ 40''$) und farblosen Topas ($H = 54^\circ\ 54'\ 0''$, $B = 55^\circ\ 51'\ 58''$) Werthe bekommen, welche von den von Brewster (Arragonit = 18° 18′, Topas = 65°) und Biot (Topas = 64° 14′) gegebenen ziemlich abweichen, welche Beispiele sich leicht noch vermehren liessen.

Bedenkt man aber, wie schwierig es oft ist, ganz richtig geschnittene Platten zu erhalten, welch' sonderbare Unregelmässigkeiten in der Structur der Krystalle vorkommen, die nur im polarisirten Lichte in die Erscheinung treten, wie unsicher die Messung ist bei dünnen Platten, wegen der grossen Ausdehnung der Ringe und der daraus resultiren den Unmöglichkeit die Mittelpunkte oder Rän der genau zu markiren, bei dicken wegen der nicht ununterbrochenen Homogenität der Materie, so wird man die gebliebene Differenz gewiss unbeträchtlich genug finden, um die hier versuchte Erklärungsweise zu adoptiren. Die merklichen Veränderungen, welche unter meinen Augen durch die Wärmestrahlen einer Weingeistlampe hervorgebracht worden, zeigt wie nothwendig es ist auf die Temperatur während der Beobachtung Rücksicht zu nehmen, selbst wenn man nicht in der feinen Weise Rudberg's verfährt.

Zum Schlusse fühle ich mich gedrungen, meinen verehrten Lehrern, den Herren Professoren Schrötter und Leydolt für die Anregung zu dieser Arbeit, so wie für die freundliche Unterstützung, welche sie der Ausführung derselben angedeihen liessen, meinen wärmsten Dank auszusprechen.